

**Objetivo 15:** Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad

**Meta 15.4:** De aquí a 2030, asegurar la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible

**Indicador 15.4.2:** Índice de cobertura verde de las montañas

## Información institucional

### Organización(es):

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

## Conceptos y definiciones

### Definición:

El Índice de Cobertura Verde (ICMG, por sus siglas en inglés) está diseñado para medir la extensión y los cambios de la vegetación verde en las zonas de montaña, es decir, bosques, arbustos, árboles, pastos, tierras de cultivo, etc. – con el fin de supervisar los avances en el objetivo de la montaña.

El ICMG se define como el porcentaje de cobertura verde sobre la superficie total de la región montañosa de un país determinado y para un año determinado. El objetivo del índice es supervisar la evolución de la cubierta verde y evaluar así el estado de conservación de los ecosistemas de montaña.

### Conceptos:

El índice de cobertura verde de las montañas se basa en dos capas de información descriptiva:

**1. Una capa descriptiva de la montaña:** las montañas pueden definirse con referencia a una variedad de parámetros, como el clima, la elevación, la ecología (Körner, Paulsen, & Spehn, 2011) (Karagulle, et al., 2017). Esta metodología se adhiere a la definición de montaña del PNUMA- WCMC, basándose a su vez en la descripción de la montaña propuesta por (Kapos, Rhind, Edwards, Prince, & Ravillous, 2000).

Esta descripción clasifica las montañas según la altitud, la pendiente y el rango de elevación en 6 categorías.

Clase de montaña	Descripción
1	Elevación > 4.500 metros

2	Elevación 3.500–4.500 metros
3	Elevación 2.500–3.500 metros
4	Elevación 1.500–2.500 metros y pendiente > 2
5	Elevación 1.000–1.500 metros y pendiente > 5 o rango de elevación local (LER 7 kilómetros de radio) > 300 metros
6	Elevación 300–1.000 metros y rango de elevación local (7 kilómetros de radio) > 300 metros

2. Una capa descriptiva de la vegetación: La capa descriptiva de vegetación clasifica la cobertura del suelo en áreas verdes y no verdes. La vegetación verde incluye tanto la vegetación natural como la resultante de la actividad antrópica (por ejemplo, cultivos, forestación, etc.). Las zonas no verdes incluyen las zonas con muy escasa vegetación, la tierra desnuda, el agua, el hielo/nieve permanente y las zonas urbanas. La capa de descripción de la vegetación puede obtenerse de diferentes maneras, pero los mapas de la cubierta terrestre basados en la teledetección son la fuente de datos más conveniente para este fin, ya que proporcionan la información necesaria sobre las zonas verdes y no verdes de forma espacialmente explícita y permiten la comparación a lo largo del tiempo mediante el análisis de los cambios en la cubierta terrestre.

Actualmente, la FAO utiliza las series temporales de la cubierta terrestre producidas por la Agencia Espacial Europea (AEE) en el marco de la Iniciativa sobre el Cambio Climático (ICC) como solución general. Las clases originales de la ICC se reclasifican en seis clases del IPCC y, además, en clases binarias de cobertura verde/no verde como sigue:

Clase ICC de la AEE	Clase IPCC	Verde / No verde
50, 60, 61, 62, 70, 71, 72, 80, 81, 82, 90, 100	Bosque <sup>[1]</sup>	Verde
110, 120, 121, 122, 130, 140,	Pasturas	Verde
10,11, 12, 20, 30, 40	Tierras de cultivo	Verde

160, 170, 180	Humedal	Verde
190	Asentamiento	No verde
150, 151, 152, 153, 200, 201, 202, 210, 220	Otros terrenos	No verde

---

<sup>1</sup> Tenga en cuenta que aquí el término “Bosque” se refiere a la cobertura del suelo, no necesariamente al uso del suelo [↑](#)

---

## Justificación:

Los ecosistemas de montaña son importantes centros de biodiversidad que proporcionan valiosos servicios ecosistémicos a las zonas situadas aguas arriba y abajo. Sin embargo, las montañas son muy frágiles y se ven afectadas fácilmente por factores tanto naturales como antropogénicos. Entre ellos se encuentran el cambio climático, los riesgos naturales como los corrimientos de tierra y las inundaciones, la expansión agrícola no planificada, la urbanización no planificada, la extracción de madera y las actividades recreativas. La degradación de los ecosistemas de montaña, como la pérdida de la cubierta glaciar, la biodiversidad de la montaña y la cubierta vegetal, afectará a la capacidad del ecosistema para suministrar agua aguas abajo. La pérdida de la cubierta forestal y vegetal reducirá la capacidad del ecosistema para retener el suelo y evitar desprendimientos e inundaciones aguas abajo.

Por lo tanto, el seguimiento de los cambios en la vegetación de montaña proporciona información sobre el estado de los ecosistemas de montaña. El seguimiento del Índice de cobertura verde de las montañas (MGCI, por sus siglas en inglés) a lo largo del tiempo puede proporcionar información sobre el alcance del cambio vegetacional y de la salud general del ecosistema de montaña. La evaluación del cambio de la cubierta vegetal diferenciada por la elevación es importante para comprender los cambios que se producen en las regiones de montaña debido a la influencia de la pendiente, el aspecto y la altitud del terreno montañoso en el ecosistema.

Sin embargo, los valores del MGCI deben interpretarse con cuidado. No proporciona los detalles sobre el cambio de las especies, el cambio en la línea de árboles o las zonas de sombra de la lluvia. Entender la variación en la composición de las especies y la línea de árboles será importante para identificar los impactos a largo plazo del cambio climático en las regiones de montaña. El análisis de las variaciones vegetativas en cada una de las zonas de elevación a lo largo del tiempo ayudará a determinar las medidas de gestión y adaptación adecuadas.

En algunos casos, un aumento del valor del indicador en las clases de alta elevación también puede significar la invasión de la vegetación en zonas anteriormente cubiertas por glaciares u otras capas de hielo o nieve permanentes o semipermanentes, como resultado del calentamiento global debido al cambio climático. Este cambio puede rastrearse con la metodología actual y marcarse en consecuencia a nivel de datos desagregados por tipo de cubierta terrestre y clase de elevación, para distinguir este caso de la tendencia general deseada de aumento de la cubierta verde de las montañas.

## Comentarios y limitaciones:

El indicador puede calcularse utilizando datos de observación de la Tierra disponibles gratuitamente y operaciones sencillas de SIG que pueden procesarse en SIG de software libre y de código abierto

(FOSS).

Las posibles limitaciones de la metodología descrita anteriormente están relacionadas principalmente con la calidad de los datos sobre la cubierta terrestre. Los mapas de cobertura del suelo de la ICC AEE están actualmente disponibles a una resolución de 300 metros, lo que limita su aplicabilidad en el monitoreo de paisajes pequeños y altamente heterogéneos. Por lo tanto, si los países tienen mapas nacionales de cobertura territorial de mayor resolución espacial y comparable o de mejor calidad, la FAO aconseja utilizarlos, siguiendo la misma metodología presentada aquí, para la generación de valores MGCI.

En cuanto a la interpretación del indicador, aunque en la gran mayoría de los casos la dirección deseada es un aumento de la cubierta verde de montaña que refleja la restricción del daño a los ecosistemas naturales y posiblemente incluso la expansión de bosques, matorrales y pastizales a través de esfuerzos de conservación, en casos más limitados, un aumento en el valor del indicador en las clases de alta elevación también puede significar la invasión de vegetación en áreas previamente cubiertas por glaciares u otros permanentes o capas semipermanente de hielo o nieve, como resultado del calentamiento global debido al cambio climático. Ese cambio puede seguirse con la metodología actual y señalarse en consecuencia a nivel de datos desglosados por tipo de cubierta terrestre y clase de elevación, para distinguir este caso de la tendencia general deseada de aumentar la cubierta verde de las montañas.

## Metodología

---

### Método de cálculo:

El Índice de Cobertura Vegetal de Montaña se define como

$$MGCI = (\text{Área de cobertura verde de la montaña} / \text{Área total de la montaña}) \times 100$$

Donde Área de Cobertura Verde de Montaña = Suma de las áreas cubiertas por las clases de cobertura terrestre de Tierras de Cultivo, Pastizales, Bosques y Humedales.

El descriptor de vegetación se calcula a partir de un mapa de cobertura del suelo utilizando funciones básicas del SIG.

Si el país/región no tiene zona de montaña, se le asignará el valor N/A.

### Tratamiento de valores faltantes:

- **A nivel de país:**

No se aplica, ya que el indicador tiene una cobertura universal

- **A nivel regional y mundial:**

No procede, ya que el indicador tiene una cobertura universal

### Agregados regionales:

La utilización de datos espacialmente explícitos permite calcular directamente el valor del indicador para cualquier zona delimitada. Sin embargo, teniendo en cuenta la resolución espacial de 300 metros de la capa ICC, el cálculo de los valores del indicador para las regiones más pequeñas que constan de

pocos píxeles puede dar lugar a cambios bruscos en los valores del indicador debido al impacto relativamente mayor de los errores de clasificación.

## Fuentes de discrepancia:

La metodología por defecto que se presenta aquí se basa en el uso del producto global ICC cobertura terrestre de la AEE, del que se ha informado que tiene una precisión global del 73,2%. Sin embargo, la estimación de la precisión se calculó utilizando las 22 clases de cobertura del suelo originales. Como la metodología presentada aquí se basa en el uso de clases agregadas, cabe esperar que la precisión sea mayor.

La precisión de los productos de cobertura terrestre global puede variar regionalmente. Por la misma razón, los valores de los indicadores presentados pueden diferir de los derivados de los mapas nacionales de la cubierta terrestre.

## Métodos y directrices a disposición de los países para la recopilación de los datos a nivel nacional:

El valor del indicador puede calcularse como sigue:

1. Las clases de cobertura del suelo de la AEE ICC están reclasificadas en seis clases del IPCC y mapa de cobertura verde/no verde
2. El mapa de rangos de elevación de Kapos se superpone al mapa resultante del paso 1.
3. El histograma zonal se calcula para cada país y agrupación regional de tal manera que el número de píxeles que pertenecen a clases verdes y no verdes se contabilizan dentro de cada rango de elevación.
4. Se calcula la relación (%) entre la suma de los píxeles verdes y el número total de píxeles (verdes más no verdes) que caen dentro de cada Kapos para obtener los valores de MGCI por cada clase de Kapos.
5. El mismo procedimiento se utiliza para calcular la distribución de las clases de cobertura del suelo definidas por el IPCC dentro de cada rango de elevación.

## Garantía de calidad:

- Las cifras de los países generadas por la FAO se envían a los puntos focales oficiales de los ODS para su validación antes de su publicación.

## Fuentes de datos

---

### Descripción:

#### 1) Datos de la AEE ICC cubierta terrestre:

La Iniciativa sobre el Cambio Climático de la Agencia Espacial Europea (ICC de la AEE) es un programa cuyo objetivo es aprovechar todo el potencial de los datos de observación de la Tierra recogidos por la AEE para contribuir a las bases de datos de las Variables Climáticas Esenciales exigidas por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Los productos ICC cubierta terrestre han sido elaborados utilizando una combinación de datos de teledetección como el MERIS de 300 m, SPOT –VEGETACION de 1 km, PROBA –V de 1 km y AVHRR de 1 km. El producto ICC consiste en una serie de mapas anuales de la cubierta terrestre a

300 m de resolución que abarcan el período comprendido entre 1992 y 2018. El periodo 1992-2015 está disponible en formato raster, mientras que el 2016-2018 está disponible en formato netCDF y se requiere una transformación a GTIFF para que estos conjuntos de datos estén disponibles para su procesamiento en un entorno SIG. Los datos de la cubierta terrestre son actualizados cada año por la Agencia Espacial Europea.

El ICC de la AEE se adhiere al Sistema de Clasificación de Cobertura de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (Santoro, et al., 2015).

## 2) Capa de clase de montaña Kapos:

El conjunto de datos Kapos es un archivo ráster descriptor de montañas global. El archivo proporciona una clasificación de las cadenas montañosas de acuerdo con las definiciones propuestas por Kapos et al 2000:

- Clase 1: elevación > 4500 metros
- Clase 2: elevación 3500 - 4500 metros
- Clase 3: elevación 2500 – 3500 metros
- Clase 4: elevación 1500 – 2500 metros y pendiente  $\geq 2$
- Clase 5: elevación 1.000–1.500 metros y pendiente  $\geq 5$  o rango de elevación local (7 kilómetros de radio)  $\geq 300$  metros
- Clase 6: elevación 300–1.000 metros y rango de elevación local (7 kilómetros de radio)  $\geq 300$  metros fuera de 23°N—19°S
- Clase 0: Definida para representar las zonas no montañosas.

## Proceso de recolección:

La FAO genera el indicador para todos los países y regiones que tienen zonas de montaña utilizando las capas de datos geoespaciales descritas en este documento. La FAO comparte las cifras de los países con los puntos focales de los ODS de los INE para su validación antes de la publicación, de acuerdo con las directrices del IAEG-SDG sobre flujos de datos globales y presentación de informes. En la misma ocasión, la FAO solicita a los países que proporcionen sus propias estimaciones para el indicador en caso de que estén disponibles.

## Disponibilidad de datos

---

El indicador se genera a partir de datos geoespaciales y, por tanto, tiene una cobertura universal. Los países que no tienen valores en la base de datos global de los ODS son A) países sin montañas en los que el indicador no es aplicable o B) países que no han validado las estimaciones de la FAO y que, sin embargo, no han proporcionado cifras propias.

1. Los datos de la ICC de la AEE sobre la cubierta terrestre están disponibles de forma gratuita en <https://www.esa-landcover-cci.org/?q=node/164>
2. Los datos de Kapos están disponibles gratuitamente en los siguientes enlaces:
  - Sitio web de la Alianza para las Montañas de la FAO, encontrar el archivo raster en el banner de la derecha. Acceso en <http://www.fao.org/mountain-partnership/our-work/focusareas/foodsecurity/en/>
  - La clasificación Kapos del USGS Mountain Explorer se puede encontrar como GME\_K1classes.zip en: <https://rmgsc.cr.usgs.gov/outgoing/ecosystems/Global>

1. Los límites administrativos están disponibles en varias bases de datos globales en los siguientes enlaces:

- Capa de Unidades Administrativas Mundiales (GAUL, por sus siglas en inglés) de la FAO <https://data.europa.eu/euodp/data/dataset/jrc-10112-10004>
- Divas-GIS <https://www.diva-gis.org/gdata>
- Límites del segundo nivel administrativo de las Naciones Unidas (SALB) <https://www.unsalb.org/>

## Series temporales:

Se dispone de cifras nacionales, regionales y mundiales para los años 2000, 2010, 2015 y 2018.

## Desagregación:

En la base de datos global de los ODS, el indicador se desglosa por clase de elevación de la montaña (descriptor de montaña). En el portal de indicadores de los ODS de la FAO se encuentra disponible una dimensión de desagregación adicional, la clase de cubierta terrestre del IPCC. La combinación de seis clases de elevación y seis tipos principales de cobertura del suelo según la clasificación del IPCC da lugar a 36 desgloses diferentes por país y por año de referencia.

## Calendario

---

### Recopilación de datos:

La ICC cubierta terrestre de la AEE está disponible desde 1992 hasta 2018. Cada año se entrega un nuevo mapa global de la cubierta terrestre.

### Publicación de datos:

Todos los datos están ya disponibles

## Proveedores de datos

---

Agencia Espacial Europea

Alianza para las Montañas, FAO

USGS

## Compiladores de datos

---

FAO

## Referencias

---

Eurostat (2019). *Rejilla LUCAS*. Recuperado de Eurostat Your Key to European statistics: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/lucas/data/lucas-grid>

Kapos, V., Rhind, J., Edwards, M., Prince, M., & Ravillous, C. (2000). Developing a map of the world's mountain forests. En M. F. Price, & N. Butt (Eds.), *Forests in Sustainable Mountain Development: A State-of-Knowledge Report for 2000* (pp. 4-9). Wallingford: CAB International.

Karagulle, D., Frye, C., Breyer, S., Aniello, P., Vaughan, R., & Wright, D. (2017). Modelado de regiones globales de Hammond landform a partir de datos de elevación de 250 m. *Transacciones en SIG*. doi:10.1111/tgis.12265

Körner, C., Paulsen, J., & Spehn, E. (2011). Una definición de las montañas y sus cinturones bioclimáticos para las comparaciones globales de los datos de biodiversidad. *Alpine Botany*, 121, 73-78.

Santoro, M., Kirches, G., Wevers, J., Boettcher, M., Brockmann, C., Lamarche, C., . . . Defourny, P. (2015). *Land Cover CCI PRODUCT USER GUIDE VERSION 2.0*. Agencia Espacial Europea. Agencia Espacial Europea. Recuperado de [http://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/download/ESACCI-LC-Ph2-PUGv2\\_2.0.pdf](http://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/download/ESACCI-LC-Ph2-PUGv2_2.0.pdf)

<http://www.mountainpartnership.org/our-work/focusareas/foodsecurity/en/> (el ráster SIG de las montañas está disponible para su descarga en la barra de la derecha)

<http://www.openforis.org/tools/collect-earth.html>

<http://www.fao.org/3/a-i5175e.pdf>

<http://www.fao.org/>

## Indicadores relacionados

---

6.6.1, 15.1.1, 15.2.1